

Mechanical Translation of CITATION 2

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-097016

(43)Date of publication of application : 04.04.2000

(51)Int.Cl.

F01N 3/24

F01N 3/08

F02D 41/04

F02D 41/14

(21)Application number : 11-310637

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 14.05.1991

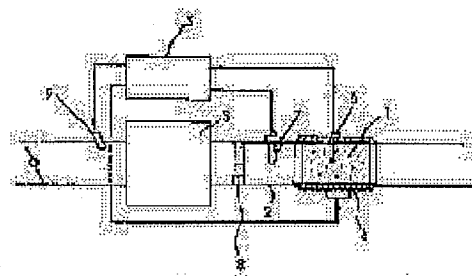
(72)Inventor : OSUGA MINORU
MINOWA TOSHIMICHI
KURIHARA NOBUO
OYAMA TAKASHIGE

(54) EXHAUST GAS CONCENTRATION FEEDBACK DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an exhaust gas concentration feedback device which can generate a condition in which the catalyst of such a type as decomposing NO_x even in the oxidizing atmosphere exerts its best purifying efficiency.

SOLUTION: An NO_x decomposing catalyst 1 can purify both NO_x and HC in the best performance when the concentrations of the NO_x and HC in the exhaust gas meet the specified relation. Therefore, the concentrations of the NO_x and HC in the exhaust gas before catalyst are arranged so as to meet the specified relation. A sensor 7 for sensing these concentrations is installed in front of the catalyst 1. An HC smoothing member 8 is installed for averaging the temporal variation of the HC. Thus it is possible to purify NO_x in good efficiency in whichever operating condition the engine is, and high-level regulations of the exhaust gas and the fuel consumption can be achieved at the same time.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]An exhaust air concentration feedback device characterized by making concentration of two or more exhaust air ingredients become a certain specific value so that HC flow smoothing member might be provided before said catalyst and purification efficiency of said catalyst might become the best in an exhaust emission control device which purifies exhaust gas of an internal-combustion engine using a catalyst.

[Claim 2]An exhaust air concentration feedback device characterized by making the ratio of concentration of two or more exhaust air ingredients become a certain specific value in claim 1.

[Claim 3]An exhaust air concentration feedback device characterized by making concentration of two or more exhaust air ingredients become a certain specific value by controlling an air-fuel ratio supplied to an engine in claim 1.

[Claim 4]An exhaust air concentration feedback device forming a device to which concentration of at least one exhaust air ingredient can be changed among two or more exhaust air ingredients in claim 1.

[Claim 5]An exhaust air concentration feedback device forming a device which detects at least one of the concentration of two or more exhaust air ingredients in claim 1.

[Claim 6]An exhaust air concentration feedback device presuming at least one of the concentration of two or more exhaust air ingredients from operational status of an organization in claim 1.

[Claim 7]An exhaust air concentration feedback device making a catalyst into a catalyst which can decompose NOx also by an oxidizing atmosphere in claim 1.

[Claim 8]An exhaust air concentration feedback device characterized by said HC flow smoothing member being HC adsorbent in claim 1.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]It is related with the exhaust emission control device which purifies the exhaust gas of an internal-combustion engine, and is related with the method of controlling at the time of using the catalyst which can especially decompose NOx also by an oxidizing atmosphere.

[0002]

[Description of the Prior Art]In the conventional device, like a statement to JP,58-59331,A, Hydrocarbon (HC) is detected, in order to prevent a flame failure, an air-fuel ratio is controlled not to exceed a specific value with the value, and two or more exhaust air concentration is not controlled so that the purification efficiency of a catalyst becomes good like this invention.

[0003]JP,2-91443,A has like a statement some which combined CO detection of feedback to theoretical air fuel ratio, and a transient. However, the learning control of the amount of CO spikes of a transient is carried out to a predetermined value, and the purification efficiency of a catalyst is not taken into consideration about the technique of improving.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]There is the purpose of this invention in making the state with the most sufficient purification efficiency of this catalyst, when the catalyst which can decompose NOx also by an oxidizing atmosphere is used.

[0005]

[Means for Solving the Problem]In order to attain the above-mentioned purpose, a device which makes exhaust air concentration in front of a catalyst a certain specific value, and a device which maintains temperature of a catalyst at a certain specific range are required.

[0006]

[Embodiment of the Invention]One example of this invention is shown in drawing 1. In the figure, the NOx decomposition catalyst 1 is formed in the exhaust pipe 2, and the exhaust air discharged from the engine 3 is purified. The temperature requirement with purification efficiency sufficient [the NOx decomposition catalyst 1] is restricted here. For this reason, heating for controlling by this example to a suitable temperature requirement and the cooling system 4 are established, and it operates with the signal of the control unit 5. When the engine 3 has got cold, heating apparatus is operated, the catalyst 1 is heated and it controls to temperature with sufficient purification efficiency. After the engine 3 is warmed up, it cools so that it may become temperature with sufficient purification efficiency. Thus, if the temperature of the catalyst 1 is controlled, it can maintain at an always efficient state. In order to realize this temperature control, the temperature sensor 6 detected the temperature of the catalyst 1, and this signal is inputted into the control unit 5.

[0007]When it is the defined relation with NOx under exhaust air, and the concentration of HC, both NOx and HC can purify the NOx decomposition catalyst 1 best. For this reason, it is made to become the defined relation with NOx of exhaust air before a catalyst, and the concentration of HC in this example. For this reason, the sensor 7 for detecting the concentration of NOx and HC is formed before the catalyst 1. The concentration of NOx and HC can be presumed from an

air-fuel ratio and operational status (number of rotations, load, temperature) so that it may mention later. In this case, the sensor which detects an air-fuel ratio may be sufficient as the sensor 7.

[0008]Engine exhaust air (HC) is changed in time corresponding to operation of an exhaust valve. HC in front of the catalyst 1 is also changed in time, and it becomes impossible for this reason, to maintain the relation of optimal NOx and HC. In this invention, HC flow smoothing member 8 is formed and a time change of HC is equalized. HC of exhaust air can be smoothed also by what the particles of the fuel injected from the fuel injection valve 9 are made small also for (microatomization).

[0009]The NOx purification principle of the NOx decomposition catalyst was shown in drawing 2 and drawing 3. This catalyst 1 can purify NOx also by an oxidizing atmosphere with oxygen. As shown in drawing 2, oxygen reacts to HC explosively first on the surface of the catalyst 1, and oxygen is removed from the catalyst 1 surface. Next, like drawing 3, NOx sticks to the surface of the catalyst 1 selectively, and is decomposed into it. Thereby, NOx and HC are purified simultaneously. Next, oxygen reacts to HC on the surface of the catalyst 1 again. By the above principle, NOx is removable also by an oxidizing atmosphere. This invention relates to the device and its controlling method for operating this catalyst efficiently.

[0010]The characteristic of the NOx decomposition catalyst was shown in drawing 4. Drawing 4 showed the ratio (NOx/HC) of NOx and HC, and the relation of the purifying rate. When [that NOx/HC is small] there is much HC, all NOx is purified, but it will remain, without HC oxidizing. When [that NOx/HC is large] there is much NOx, it will remain without purifying NOx. That is, both NOx and HC need to be both purified at the value with optimal NOx/HC. That the 1.2 to NOx/HC=0.7 neighborhood is specifically the best has checked in the experiment. The concentration in exhaust gas is controlled by this invention for this reason. The relation between the temperature of a catalyst and the purifying rate of NOx was shown in drawing 5. Purification efficiency falls [below a certain temperature requirement / the above]. For this reason, heating and a cooling system are established and the temperature of a catalyst is controlled by this invention.

[0011]Next, one example of a sensor for detecting the gas concentration under exhaust air was shown in drawing 6. This sensor measures gas concentration by the absorption of light. There are the light emitting device 10 which gives off the light of a certain specific wavelength, and the photo detector 11, and gas concentration is measured with the light income of the photo detector 11 when exhaust gas passes along the passage 13. The circuit 12 for detection was established in the inside of a sensor. Exhaust air is led to a sensor part through the passage 15 of the protective tube 14. The A-A section of a sensor part is shown in drawing 7. In this example, the light of the light emitting device 10 is received with two or more photo detectors 11a and 11b. Here, in order to detect the light of required wavelength, the optical filters 16a and 16b were formed in front of the photo detectors 11a and 11b. This provides the optical filter of the absorption wavelength of NOx and HC, for example. The wavelength of light and the relation of transmissivity are shown in drawing 8. For example, if the absorption wavelength of NOx and λ_2 make λ_1 the absorption wavelength of HC, the light of the wavelength will be absorbed by gas and light income will decrease. For this reason, the concentration of gas is known if the output of a photo detector is detected.

[0012]The characteristic of this sensor was shown in drawing 9. Drawing 9 showed HC, NOx quantity, and the relation of the detect output. Reduction of HC and NOx quantity will decrease a detect output. In the example of this invention, since he would like to know NOx/HC, one example of the circuit which outputs the result of the division of each detection value is shown in drawing 10. The signal corresponding to each NOx and HC through the optical filters 16a and 16b and the photo detectors 11a and 11b is amplified with the amplifier 17a and 17b. These signals are inputted into the divider 18 and the signal of NOx/HC is made. This signal is inputted into the microcomputer 5 and used for control.

[0013]The relation between an air-fuel ratio and exhaust air concentration is shown in drawing 11. In the conventional device, since the three way component catalyst was used, the control-

objectives air-fuel ratio was made into the theoretical air fuel ratio ($A/F=14.7$) of (**). In this invention, since the lean air fuel ratio also uses the catalyst which can carry out direct dissociation of the NO_x , a control-objectives air-fuel ratio can be set as a lean air fuel ratio. In this lean air fuel ratio, NO_x/HC controls by this invention to air-fuel ratio (**) which becomes a value with sufficient purification efficiency. A target air fuel ratio is taken as an air-fuel ratio smaller than lean combustion marginal (**). When there are two or more air-fuel ratios used as NO_x/HC with sufficient purification efficiency, it controls to the largest air-fuel ratio in it.

[0014] A discharge state is indicated to be a principle of engine HC discharge to drawing 12. As shown in drawing 12, as the slash showed, in the engine combustion chamber 20, the liquid membrane of fuel adheres to the head of the head 21 and the piston 22. This fuel liquid film is discharged in an exhaust pipe as [*****]. As the discharge state at this time was shown in drawing 13, the fuel which adhered to the cylinder head 21 the first stage in an exhaust stroke as shown in (b) is discharged so much, and the fuel adhering to a piston head is discharged in the second half of an exhaust stroke, as shown in (**). Thus, discharge of HC will be changed in an exhaust stroke. For this reason, if the HC concentration in front of a catalyst is changed, the value of NO_x/HC will be changed sharply and the purification efficiency of a catalyst will fall. It is necessary to smooth change of this HC.

[0015] A means to smooth change of HC discharge is shown in drawing 14. And change of HC discharge can be controlled by forming this device upstream of a catalyst. Drawing 14 forms the passage 23 of honeycomb shape into an exhaust pipe, makes HC adhere, and is made to smooth. Drawing 15 forms the passage 24 in a completely different class which makes a channel change into an exhaust pipe, and HC collides with a member and it is smoothed. Drawing 16 is the structure of forming the material 25 which adsorbs HC into an exhaust pipe. For example, there is material of a zeolite system. This adsorbs HC at the time of the low temperature by which HC is discharged so much, and desorbs HC gradually at the time of warming up whose HC discharge decreases. For this reason, HC discharge is smoothed. HC situation immediately after engine start was shown in drawing 16. An exhaust-gas temperature is low immediately after start up, and there are many HC discharges. Since NO_x emission has few these stages, the value of NO_x/HC does not become the optimal but the purification efficiency of a NO_x decomposition catalyst falls. It is necessary to smooth HC discharge immediately after start up. The effect at the time of using by adsorption material is shown in drawing 12. Since HC adsorbs immediately after start up, there are few HC discharges to an exhaust pipe. For this reason, NO_x/HC can be maintained at the optimal state. Thus, adsorption material is effective in smoothing of HC.

[0016] The method of controlling catalyst temperature is shown in drawing 18. Drawing 18 showed change of the catalyst temperature immediately after start up. Since the engine is not warmed up, a catalyst is not activated low but the catalyst temperature immediately after start up has bad exhaust-air-purification efficiency. If an engine operates with a heavy load, an exhaust-gas temperature will become high unusually and the purification efficiency of a catalyst will fall again. In order to keep purification efficiency, such as a NO_x decomposition catalyst, good, it must control to the optimal temperature requirement. Catalyst temperature was controlled by this invention like the dotted line of (b), and it aimed at maintaining at an always efficient state by it. The device is shown in drawing 19. The catalyst 1 is formed in the exhaust pipe 2. This catalyst supports a catalyst material (for example, Cu zeolite system) to a metal carrier, for example. Current is supplied to this metal carrier according to the power supply 30, and the electric heating of the catalyst 1 is carried out to it. At the time of the low temperature immediately after start up, the catalyst 1 is heated to the optimal temperature by this electric heating. If an engine will be in a high load operation state, the cooling water 31 will be circulated, a catalyst will be cooled and it will control to the optimal temperature. Control of the cooling water 31 is performed by making the electro-magnetic valve 32 provided in the cooling water piping system turn on and turn off with the signal of the catalyst temperature sensor 6. This cooling water is cooled, for example by the radiator 33 and the fan 34. Thus, heating and a cooling method are controlled and the temperature of a catalyst is maintained at the best temperature of purification efficiency. The flow chart for controlling the exhaust air concentration in front of a catalyst to the optimal value was shown in drawing 20. At the

introduction step 20, the operational status of an organization is led from each sensor. Operational status is the suction air quantity Q_a , exhaust-gas-temperature T_e , etc. as the number of rotations N and load, for example. Next, target air fuel ratio A/F to control is set up from this operational status at Step 201. If it becomes a target air fuel ratio at Step 202, the detection value of an exhaust air concentration sensor is led. Next, Step 203 compares this detected actual concentration and the concentration to which the purification efficiency of a catalyst becomes the optimal. When not in agreement at Step 204, a target air fuel ratio is changed. Thus, exhaust air concentration is controllable to the always optimal value.

[0017]The flows of control for controlling catalyst temperature are shown in drawing 21. The detection value of the catalyst sensor 6 is led at Step 210. If this actual temperature is a desired value, it will finish a flow with Step 211. If it is except a desired value at Step 211, it judges whether it is larger than a desired value or small at Step 212, and when large, cooling operation will be started at Step 213. When smaller than a desired value, heating operation is started at Step 214. An example of the device for performing this control was shown in drawing 19. Another example was shown in drawing 22. In this example, the oxidation catalyst 40 and the secondary air control valve 41 which introduces air into the exhaust pipe 2 were formed before the NOx decomposition catalyst 1. As the NOx decomposition catalyst 1 was mentioned above, purification efficiency becomes the highest when the ratio of NOx to HC is the optimal. HC concentration is controlled by this example to become the optimal ratio. The oxidation catalyst 40 oxidizes HC in an oxidizing atmosphere with air. The HC concentration discharged from an engine is oxidized by the oxidation catalyst 40 by controlling a secondary air amount, and HC concentration in front of the NOx decomposition catalyst 1 is made into the optimal value. The exhaust air ingredient of back B was shown in drawing 23 and drawing 24 the oxidation catalyst 40 front A. Respectively, the vertical axis of a horizontal axis is exhaust air concentration in secondary air amount Q_{a2} . Oxygen is contained in the secondary air. In front of the oxidation catalyst 40, even if it increases a secondary air amount, NOx and HC do not change. After the oxidation catalyst 40, only HC concentration changes with the increase in a secondary air amount. Of course, oxygen under secondary air also changes. Thus, HC concentration is controllable by changing a secondary air amount. The field of (b) where the value of NOx/HC becomes the optimal as shown in drawing 24 here is a desired value of control. The control valve 41 is controlled by the microcomputer 5 to become the secondary air amount here. A decision of a controlled variable is made based on the signal of the exhaust air concentration sensor 7. The secondary air amount introduced according to the HC amount which the sensor 7 detected is determined, and the control valve 41 is operated. The sensor 7 may be between the oxidation catalyst 40 and the NOx decomposition catalyst 1. In this case, it becomes what is called feedback control that controls the control valve 41, verifying whether the value of NOx/HC is the optimal. Their Lean is also effective even when the engine operational status of the above operations is rich.

[0018]The flow of control is shown in drawing 25. Introduction and the sensor 7 show the example in the case of being provided between the oxidation catalyst 40 and the NOx decomposition catalyst 1. It is set as a target air fuel ratio at Step 250, and NOx/HC concentration is detected at Step 251. When this value is larger than a predetermined value, a secondary air amount is decreased at Step 253, and HC concentration is made to increase at Step 252. When smaller than a predetermined value, a secondary air amount is made to increase at Step 254. Presumption from operational status may be sufficient as detection of NOx/HC in Step 251 so that it may state later.

[0019]An example of the method of presumption of NOx/HC concentration was shown in drawing 26. Like drawing 26, the central value of NOx/HC is memorized with engine number of rotations and load. As shown in drawing 27 at this value, it asks for the actual ratio of concentration, applying the correction factor based on an exhaust-gas temperature.

[0020]How to change HC to the change of the control of an HC amount by the oxidation catalyst 40 shown in drawing 22 by ignition timing is shown in drawing 28. If ignition timing is made small and it brings close to TDC (top dead center) as shown in drawing 28, HC discharge will fall. If this

delays ignition timing (arrow) like (b) as shown in drawing 29, since combustion continues even in after TDC and HC of a combustion chamber is burned, HC concentration will fall. Thus, also by controlling ignition timing, HC concentration can be controlled and NOx/HC can be controlled to the optimal value.

[0021]The flow is shown in drawing 30. The air-fuel ratio supplied to an engine at Step 300 is set as a target air fuel ratio, and NOx/HC concentration is detected at Step 301. At Step 302, when this value is larger than a predetermined value, ignition timing is advanced at Step 303, HC discharge is enlarged, and NOx/HC is made small. When smaller than a predetermined value, ignition timing is delayed at Step 304, HC discharge is made small, and NOx/HC is enlarged. Presumption shown previously may be sufficient as detection of NOx/HC in Step 301.

[0022]The option which controls NOx/HC is shown in drawing 31. The composition of the device was shown in drawing 31. The concentration of NOx is controlled among exhaust air in the exhaust pipe in front of the NOx decomposition catalyst 1. For this reason, the passage 51 and the control valve 52 which return exhaust air of the exhaust pipe 2 to the inlet pipe 50 were provided. That is, it is an exhaust reflux device. The relation between the amount (EGR) of exhaust reflux at the time of performing this exhaust reflux (EGR) and exhaust air concentration is shown in drawing 32. An increase of an EGR amount will decrease NOx emission. Combustion gets worse and (b) which HC begins to increase can control NOx quantity by change of an EGR amount. Based on the detection value of the exhaust air concentration sensor 7, NOx by EGR is controlled so that NOx/HC becomes the optimal value.

[0023]The flow of control is shown in drawing 33. After setting it as a target air fuel ratio at Step 330, NOx/HC is detected at Step 331. By Step 332, when this value is larger than a predetermined value, an EGR amount is increased at Step 333. When small, an EGR amount is made small at Step 334.

[0024]Another example which controls NOx and HC is shown in drawing 34. The exhaust air concentration sensor 50 is formed after the NOx decomposition catalyst 1. Based on the detection value of this sensor, the control valve 41 of a secondary air amount is controlled, and NOx and HC concentration are controlled. In this case, ignition timing and the control by EGR which were shown previously may be sufficient. In this example, since the result of the cleaning effect of the catalyst 1 was detected and the controlled variable is decided, accuracy improves. The relation between secondary air amount Q_{a2} in an A point and exhaust air concentration was shown in drawing 35. When Q_{a2} has optimal value, NOx and HC have the minimum value. The microcomputer 5 determines a controlled variable based on the detection value of the sensor 50 so that it may be in such a state.

[0025]One example of the flow of the control was shown in drawing 36. After setting it as a target air fuel ratio at Step 360, the sensor 50 detects NOx and HC concentration at Step 361. When both are small, they finish a flow with Step 362. In NO, secondary air amount Q_{a2} is adjusted at Step 363. One example of the flow of regulation of this secondary air amount Q_{a2} is shown in drawing 37. At Step 370, when [that NOx is small] HC is large, secondary air amount Q_{a2} is made to increase at Step 371, and only an HC amount is made small. When NOx is large at Step 372 again and HC is small, secondary air amount Q_{a2} is decreased at Step 373, HC is enlarged, and NOx/HC is made into the optimal value.

[0026]Another example is shown in drawing 38. The sensor 50 is formed after the NOx decomposition catalyst 1. The secondary air control valve 41 is controlled based on the signal of this sensor 50. However, the oxidation catalyst is not used in this example. Although it is ineffective compared with the case where an oxidation catalyst is used, HC oxidizes having introduced the secondary air into the exhaust pipe 2. Thus, an effect of the invention is obtained also by a simple method. The flow of control is the same as that of drawing 36 and drawing 37.

[0027]Next, the option which controls the temperature of the catalyst 1 was shown in drawing 39. This method changed the exhaust-gas temperature by ignition timing, controls the temperature of the catalyst 1 indirectly, and showed drawing 39 the relation between ignition timing and an exhaust-gas temperature. If ignition timing becomes small, an exhaust-gas

temperature will rise. This is for combustion to continue till the second half, if ignition timing is small as drawing 28 and drawing 29 described.

[0028]The flow of temperature control was shown in drawing 40. Catalyst temperature is led at Step 400, and at Step 401, in the time outside a target range, by Step 402, when larger than a target, ignition timing is enlarged at Step 403, and an exhaust-gas temperature is lowered. When smaller than a target, ignition timing is made small at Step 404, and an exhaust-gas temperature is raised.

[0029]Another example was shown in drawing 41. This example is for smoothing HC discharge from an engine. In order to smooth HC discharge, it is effective to equalize the fuel spray with which an engine is presented. It is effective to use the good fuel injection valve of microatomization of fuel as the fuel injection valve 60. In this example, the fuel injection valve 60 which microatomizes fuel according to an air current was used. In order to obtain the air for microatomization, the air pump 61 is formed and air is sent to the fuel injection valve 60 via the air duct 62. The structure of the fuel jet part of this fuel injection valve 60 was shown in drawing 42. If the needle 63 is raised by an electromagnetic valve, fuel will blow off from the main well 64 through the orifice 65. The air for microatomization which flows into this fuel that blew off from the air duct 66 is applied. For this reason, fuel is divided in a small particle of 100 micrometers or less with the kinetic energy of air. This small particle is spouted from the jet hole 67 to the inlet pipe 68. HC discharge is smoothed by the fuel injection valve which forms this small fuel particle.

[0030]The situation of fuel by this example is shown in drawing 43. The liquid membrane of fuel is formed in the inlet pipe 68 in the conventional fuel injection valve with a large fuel particle. For this reason, the fuel quantity included in an engine is changed sharply. On the other hand, like this example, in the case of a small fuel particle, since evaporation rides on airstream easily early, liquid membrane is not formed, either, without adhering to the inlet pipe 68. For this reason, since there is no liquefied fuel and it is uniform also in the combustion chamber 69, combustion is uniform, and becomes close to perfect combustion, and HC discharge from an engine is smoothed. The exhaust-outlet situation by the conventional big and rough fuel particle is shown in drawing 44. As shown in drawing 13, HC is conventionally discharged by the exhaust pipe in the first stage and the second half of an exhaust stroke. On the other hand, discharge of NOx is formed into distance Hitoshi Nakahira. For this reason, NOx and HC ratio are changed in time and it cannot maintain at an efficient value. HC after the purification after the catalyst 1 and the concentration of NOx were shown in drawing 45. Since HC concentration is changed in an exhaust stroke, it is not purified in an exhaust stroke in NOx and HC.

[0031]The effect in this example was shown in drawing 46. Since the fuel particle supplied to an engine is small, HC discharge is equalized. For this reason, the ratio of NOx to HC is fixed in the exhaust stroke. The catalyst 1 always operates by the best exhaust air concentration of purification efficiency by this effect. HC after the catalyst 1 and the concentration of NOx were shown in drawing 47. It turns out that both are purified. It is effective for a NOx decomposition catalyst to use the fuel injection valve which made the fuel particle small.

[0032]Another HC smoothing method was shown in drawing 48. The swirl control valve (SCV) 70 which gives a turning stream to inhalation of air was formed in the inlet pipe 68. A vortex is formed in a combustion chamber of this valve 70, and the inhaled fuel is agitated and equalized. For this reason, the same effect as the example of drawing 41 which made the fuel particle small is acquired. That is, the concentration of HC discharged is smoothed, NOx and HC ratio serve as optimal value, and the purification efficiency of the catalyst 1 becomes good. Thus, the combination of the swirl control valve (SCV) 70 and a NOx decomposition catalyst is effective.

[0033]Another HC smoothing method was shown in drawing 49. As shown in drawing 49, the inlet pipe 72 which makes the vertical vortex 71 in the combustion chamber 69 was formed. The inhalation of air of this inlet pipe 72 flows in from suction valve stay 73 direction from the usual inlet pipe 68. The eddy is maintained also by the compression stroke in which a piston goes up in the style of [this] a longitudinal vortex. For this reason, the fuel in the combustion chamber 71 is agitated well, and gaseous mixture is equalized. The situation was shown in drawing 50. Since the gaseous mixture in the combustion chamber 71 is equalized, HC discharge is smoothed and

the purification efficiency of the catalyst 1 becomes good. The fuel injection valve which microatomizes fuel according to an air current may be sufficient as the fuel injection valve 74. [0034] Another HC smoothing method was shown in drawing 51. Among an intake stroke, as shown in drawing 52, a certain grade is circling in the inhalation of air 80 inhaled in the combustion chamber 71. If fuel is injected in the turning stream in this intake stroke, fuel will be agitated in the combustion chamber 71 and gaseous mixture will be equalized. As shown in drawing 53, the turning stream is strong the second half of the intake stroke, and the effect of fuel churning is large. Since the head of the piston 81 will not be adhered and covered with fuel if fuel is injected in the second half of an intake stroke, there is no increase of HC discharge in the second half of an exhaust stroke. Thus, since the discharge of HC will be smoothed if fuel is injected in an intake stroke, the purification efficiency of the NOx decomposition catalyst 1 is high. The fuel injection valve which microatomizes fuel according to an air current may be sufficient as the fuel injection valve 74. Fuel injection timing of the fuel of each cylinder was shown in drawing 54. An intake stroke is (b) and carries out injection (**) of the fuel into this intake stroke.

[0035] Another example was shown in drawing 55. As this showed drawing 55, in two or more (b)s, the air-fuel ratio to which NOx/HC becomes the optimal in a lean air fuel ratio field makes the Lean air-fuel ratio (**) control objectives also in it, when it is. However, if it becomes larger than lean limit air fuel ratio (**), let a lean limit air fuel ratio be control objectives. The flow of control is shown in drawing 56. It is set as a target air fuel ratio at introduction and Step 560, and NOx/HC is detected at Step 561. If this value judges it as the inside of tolerance level at Step 562, it will Lean-ize a target air fuel ratio at Step 563. When this Lean-ized air-fuel ratio is smaller than a lean limit air fuel ratio, it controls by Step 565 to the bottom air-fuel ratio of an air-fuel ratio Lean-ized at Step 567. When the Lean-ized air-fuel ratio is larger than a lean limit air fuel ratio, Lean-ization of a target air fuel ratio is not performed. When judged as the outside of tolerance level at Step 563, a target air fuel ratio is changed into tolerance level at Step 564, and it controls by Step 566 to this new target air fuel ratio.

[0036] Another example was shown in drawing 57. This example is a means to change the operation timing of a suction valve and to smooth HC discharge. HC discharge of the exhaust stroke was shown in drawing 57. The fuel liquid film adhering to a piston head and the cylinder upper part is discharged at the early stages of an exhaust stroke, and the second half. It is necessary to reduce change of this HC. In this example, HC discharge is smoothed like a dotted line. The operation timing of exhaust air and a suction valve was shown in drawing 58, and the solid line showed the conventional operation to it. Exhaust air and a suction valve are overlapped near TDC. At the time of low temperature starting, at the time of start-up warming up, when there are many HC discharges at the time of idle operation, etc., operation of an exhaust valve is changed like a dotted line. By this operation, HC discharged in an exhaust pipe is returned into an inlet pipe (internal flowing back). For this reason, since HC which carries out a direct run off to an exhaust pipe decreases, HC discharge is smoothed. HC distribution in the cylinder of each distance was shown in drawing 59. Since the exhaust valve 91 is fastened a little early by an exhaust stroke, HC of the piston head shown by the black dot is not discharged by the exhaust pipe 2. For this reason, if the suction valve 92 opens in early stages of an intake stroke, HC will be returned to the inlet pipe 72 (internal flowing back). This HC is again inhaled in the cylinder 71 in an intake stroke, and is distributed in a cylinder in the second half of inhalation of air. Thus, if HC is made to distribute and afterburn in the cylinder 71, as shown in the dotted line of drawing 57, entire volume will decrease and will be smoothed.

[0037] The device for realizing operation of drawing 57 thru/or drawing 59 was shown in drawing 60. The suction valve 92 and the exhaust valve 91 are moved up and down by the cams 93a and 93b. The shape of this cam is changed with the drives 94a and 94b. What is necessary is just to operate the drive 94b for HC smoothing, since it is operation of the exhaust valve 91. Thus, the purification efficiency of the NOx decomposition catalyst 1 improves by making valve timing variable. The variable method of cam shape is shown in drawing 61. The cam 93b differs [shape / cam face] in (b) and (**). For this reason, if the cam 93b is moved to right and left with the drive 94b, cam face shape will change.

[0038]

[Effect of the Invention] Since NO_x can be efficiently purified by any operational status of an organization according to this invention, an emission requirement and fuel consumption regulation can be simultaneously attained with a high level.

[Translation done.]

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード [*] (参考)
F 0 1 N 3/24		F 0 1 N 3/24	N
			R
	3/08		A
F 0 2 D 41/04	3 0 5	F 0 2 D 41/04	3 0 5 Z
41/14	3 1 0	41/14	3 1 0 A
審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 16 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-310637
 (62) 分割の表示 特願平3-107951の分割
 (22) 出願日 平成3年5月14日(1991.5.14)

(71) 出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
 (72) 発明者 大須賀 稔
 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
 (72) 発明者 箕輪 利通
 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
 (74) 代理人 100075096
 弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排気濃度フィードバック装置

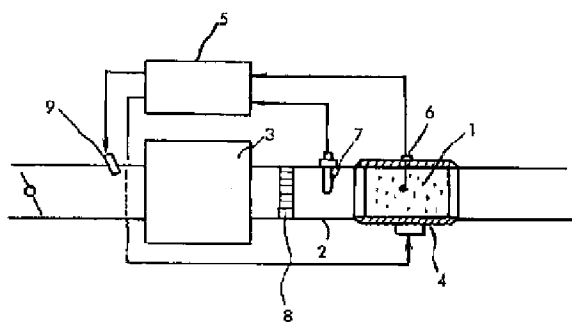
(57) 【要約】

【課題】本発明の目的は、酸化雰囲気でもNO_xを分解することのできる触媒を用いた場合に、この触媒の最も浄化効率の良い状態を作り出すことにある。

【解決手段】NO_x分解触媒1は、排気中のNO_x、HCの濃度がある定められた関係のときに、最も良くNO_x、HCの両者とも浄化することができる。このため、触媒前の排気のNO_x、HCの濃度がある定められた関係になるようにする。このNO_x、HCの濃度を検出するためのセンサ7を触媒1のまえに設けている。また、HC平滑部材8を設けて、HCの時間的変動を平均化している。

【効果】本発明によれば、機関のどんな運転状態でもNO_xを効率良く浄化できるので、排気規制と燃費規制を高レベルで同時に達成することができる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】内燃機関の排気ガスを触媒を用いて浄化する排気浄化装置において、前記触媒の前にH₂C流動平滑部材を設けると共に前記触媒の浄化効率を最も良くなるように、複数の排気成分の濃度のある特定の値になるようにすることを特徴とした排気濃度フィードバック装置。

【請求項2】請求項1において、複数の排気成分の濃度比のある特定の値になるようにすることを特徴とした排気濃度フィードバック装置。

【請求項3】請求項1において、エンジンに供給する空燃比を制御することにより、複数の排気成分の濃度のある特定の値になるようにすることを特徴とした排気濃度フィードバック装置。

【請求項4】請求項1において、複数の排気成分のうち、少なくとも一つの排気成分の濃度を変化させることのできる装置を設けたことを特徴とした排気濃度フィードバック装置。

【請求項5】請求項1において、複数の排気成分の濃度の少なくとも一つを検出する装置を設けたことを特徴とした排気濃度フィードバック装置。

【請求項6】請求項1において、複数の排気成分の濃度の少なくとも一つを機関の運転状態から推定することを特徴とした排気濃度フィードバック装置。

【請求項7】請求項1において、触媒をNO_xを酸化雰囲気でも分解することのできる触媒としたことを特徴とした排気濃度フィードバック装置。

【請求項8】請求項1において、前記H₂C流動平滑部材はH₂C吸着材であることを特徴とした排気濃度フィードバック装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】内燃機関の排気ガスを浄化する排気浄化装置に関するもので、特に酸化雰囲気でもNO_xを分解することのできる触媒を用いた場合の制御法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の装置では、特開昭58-59331号公報に記載のように、炭化水素(HC)のみを検出して、失火を防止するためにその値がある特定の値を超えないように空燃比を制御するものであり、本発明のように触媒の浄化効率が良くなるように、複数の排気濃度を制御するものではない。

【0003】また、特開平2-91443号公報に記載のように、理論空燃比へのフィードバックと過渡時のCO検出を組み合わせたものがある。しかし、過渡時のCOスパイク量を所定値に学習制御するものであり、触媒の浄化効率を向上する手法に関しては考慮していない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、酸化

雰囲気でもNO_xを分解することのできる触媒を用いた場合に、この触媒の最も浄化効率の良い状態を作り出すことにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するには、触媒前の排気濃度のある特定の値にする装置と、触媒の温度のある特定の範囲に保つ装置が必要である。

【0006】

【発明の実施の形態】図1に、本発明の一実施例を示す。図においてNO_x分解触媒1が排気管2に設けられており、エンジン3から排出される排気を浄化する。ここでNO_x分解触媒1は、浄化効率が良い温度範囲が限られている。このため、本実施例では、適切な温度範囲に制御するための加熱、冷却系4が設けられており、コントロールユニット5の信号により動作するようになっている。エンジン3が冷えているときは、加熱装置を動作させて触媒1を加熱し、浄化効率の良い温度に制御する。また、エンジン3が暖機された後は、浄化効率の良い温度になるように冷却する。このように、触媒1の温度を制御すると、常に効率の良い状態に保つことができる。この温度制御を実現するために、触媒1の温度を温度センサ6で検出し、この信号をコントロールユニット5に入力している。

【0007】NO_x分解触媒1は、排気中のNO_x、HCの濃度がある定められた関係のときに、最も良くNO_x、HCの両者とも浄化することができる。このため、本実施例では、触媒前の排気のNO_x、HCの濃度がある定められた関係になるようにする。このため、NO_x、HCの濃度を検出するためのセンサ7を触媒1のまえに設けている。また、NO_x、HCの濃度は後述するように、空燃比と運転状態(回転数、負荷、温度)から推定することができる。この場合は、センサ7は空燃比を検出するセンサでよい。

【0008】エンジンの排気(HC)は、排気弁の動作に対応して時間的に変動している。このため、触媒1の前のHCも時間的に変動してしまい、最適なNO_x、HCの関係を保つことができなくなる。本発明では、HC流動平滑部材8を設けて、HCの時間的変動を平均化している。また、噴射弁9から噴射される燃料の粒子を小さくする(微粒化)ことによっても、排気のHCを平滑化することができる。

【0009】図2、図3に、NO_x分解触媒のNO_x浄化原理を示した。この触媒1は、酸素がある酸化雰囲気でもNO_xを浄化することができる。図2に示したように、触媒1の表面で始めにHCと酸素が爆発的に反応し、酸素を触媒1表面から除去する。次に、図3のように、NO_xが触媒1の表面に選択的に吸着し、分解される。これにより、NO_xとHCが同時に浄化される。次にまた、触媒1の表面でHCと酸素が反応する。以上の原理により、酸化雰囲気でもNO_xを除去できる。本発

明は、この触媒を効率良く動作させるための装置とその制御法に関するものである。

【0010】図4に、 NO_x 分解触媒の特性を示した。図4は、 NO_x 、HCの比(NO_x/HC)と浄化率の関係を示した。 NO_x/HC が小さくHCが多い場合は、 NO_x は全て浄化されるが、HCが酸化されずに残ってしまう。また、 NO_x/HC が大きく NO_x が多い場合は、 NO_x が浄化されずに、残ってしまう。つまり、 NO_x 、HCの両者が共に浄化されるには NO_x/HC が最適な値になっている必要がある。具体的には $\text{NO}_x/\text{HC}=1.2\sim0.7$ 付近が最も良いことが実験で確認できた。本発明では、このために排気ガス中の濃度を制御する。また図5に、触媒の温度と NO_x の浄化率の関係を示した。ある温度範囲以下でも、以上でも浄化効率は低下する。このため、本発明では触媒の温度を、加熱、冷却系を設けて制御する。

【0011】次に図6に、排気中のガス濃度を検出するための、センサの一実施例を示した。本センサは、光の吸収によりガス濃度を測定するものである。ある特定の波長の光をだす発光素子10と、受光素子11があり、排気ガスが通路13を通ったときの受光素子11の受光量によりガス濃度を測定する。検出用の回路12はセンサの内部に設けた。排気は保護管14の通路15を通してセンサ部に導かれる。センサ部のA-A断面を図7に示す。本実施例では、発光素子10の光を複数の受光素子11a、11bで受光する。ここでは、必要な波長の光を検出するために、受光素子11a、11bのまえに光フィルタ16a、16bを設けた。これは、例えば NO_x とHCの吸収波長の光フィルタを設ける。図8に、光の波長と透過率の関係を示す。例えば、 λ_1 は NO_x の吸収波長、 λ_2 がHCの吸収波長とすると、その波長の光はガスに吸収され受光量が減少する。このため、受光素子の出力を検出すれば、ガスの濃度がわかる。

【0012】図9に、本センサの特性を示した。図9は、HC、 NO_x 量と検出出力の関係を示した。HC、 NO_x 量が減少すると、検出出力は減少する。本発明の実施例では、 NO_x/HC を知りたいので、それぞれの検出値の割算の結果を出力する回路の一実施例を図10に示す。光フィルタ16a、16bと受光素子11a、11bを介した NO_x 、HCそれぞれに対応した信号が、アンプ17a、17bにより増幅される。これらの信号を割算器18に入力し、 NO_x/HC の信号を作る。この信号を、マイクロコンピュータ5に入力し制御に使用する。

【0013】図11に、空燃比と排気濃度の関係を示す。従来の装置では、三元触媒を用いているので、制御目標空燃比を(イ)の理論空燃比($A/F=14.7$)にしていた。本発明では、リーン空燃比でも NO_x を直接分解できる触媒を用いているので、制御目標空燃比をリーン空燃比に設定できる。本発明では、このリーン空燃

比において、 NO_x/HC が浄化効率の良い値になる空燃比(ロ)に制御する。また、目標空燃比は、リーン燃焼限界(ハ)より小さい空燃比とする。もし浄化効率の良い NO_x/HC となる空燃比が複数個あった場合は、その中で最も大きい空燃比に制御する。

【0014】図12に、エンジンのHC排出の原理と、排出状況を示す。図12に示したように、エンジンの燃焼室20内では、ヘッド21とピストン22の頭部に、斜線で示したように燃料の液膜が付着する。この燃料液膜が、未燃のまま排気管中に排出される。この時の排出状況は、図13に示したように、排気行程中の初期に、(イ)に示すようにシリンダヘッド21に付着した燃料が多量に排出される、また、ピストン頭部に付着した燃料は、(ロ)に示すように排気行程の後期に排出される。このように、HCの排出は、排気行程中に変動してしまう。このために、触媒前のHC濃度が変動すると、 NO_x/HC の値が大きく変動し触媒の浄化効率が低下する。このHCの変動を平滑化する必要がある。

【0015】HC排出量の変動を平滑化する手段を図14に示す。そして、この装置を触媒の上流に設けることでHC排出量の変動を抑制できるものである。図14は、排気管中にハニカム状の通路23を設けて、HCを付着させて平滑化させる。図15は、流路を変更させるような段違いの通路24を、排気管中に設け、HCが部材に衝突して平滑化される。図16は、HCを吸着する材料25を排気管中に設ける構造である。例えばゼオライト系の材料がある。これは、HCが多量に排出される、低温時にはHCを吸着して、HC排出が少なくなる暖機時には、HCを徐々に脱着する。このため、HC排出量が平滑化される。図16に、エンジン始動直後のHC状況を示した。始動直後は排気温度が低く、HC排出量が多い。また、この時期は、 NO_x 排出量は少ないので、 NO_x/HC の値が最適とならず NO_x 分解触媒の浄化効率が低下する。始動直後のHC排出量を平滑化する必要がある。吸着材で用いた場合の効果を図12に示す。始動直後はHCが吸着されるので、排気管へのHC排出量は少ない。このため、 NO_x/HC を最適な状態に保つことができる。この様に、吸着材はHCの平滑化に有効である。

【0016】図18に、触媒温度の制御法を示す。図18は、始動直後の触媒温度の変化を示した。始動直後の触媒温度は、エンジンが暖機されてないので、低く触媒が活性化されず、排気浄化効率が悪い。また、エンジンが高負荷で運転すると、排気温度が異常に高くなり触媒の浄化効率が再び低下する。 NO_x 分解触媒などの、浄化効率を良く保つには、最適温度範囲に制御しなければならない。本発明では、触媒温度を(イ)の点線の様に制御して、常に効率のよい状態に保つことを目的とした。その装置を図19に示す。排気管2に、触媒1が設けられている。この触媒は、例えば、金属担体に触媒

材料（例えば、Cuゼオライト系）を担持したものである。この金属担体に、電源30により電流を供給して、触媒1を電気加熱する。始動直後の低温時には、この電気加熱により触媒1を最適な温度に加熱する。また、エンジンが高負荷運転状態になったら、冷却水31を循環させ触媒を冷し最適な温度に制御する。冷却水31の制御は、触媒温度センサ6の信号により、冷却水配管系に設けた電磁バルブ32をON、OFFさせて行う。この冷却水は、例えばラジエター33、ファン34により冷却される。このように、加熱、冷却手段を制御して、触媒の温度を浄化効率の最も良い温度に保つ。図20に、触媒前の排気濃度を最適な値に制御するためのフローチャートを示した。初めにステップ200で、機関の運転状態をそれぞれのセンサからリードする。運転状態は、例えば、回転数N、負荷としての吸入空気量 Q_a 、排気温度 T_e 等である。次にステップ201でこの運転状態から、制御する目標空燃比 A/F を設定する。ステップ202で目標空燃比になったら排気濃度センサの検出値をリードする。次に、ステップ203でこの検出した実際の濃度と、触媒の浄化効率が最適になる濃度を比較する。ステップ204で一致していない場合は、目標空燃比を変更する。このようにして、排気濃度を常に最適な値に制御することができる。

【0017】図21に、触媒温度を制御するための制御フローを示す。ステップ210で触媒センサ6の検出値をリードする。ステップ211でこの実際の温度が、目標値になっていれば、フローを終わる。ステップ211で目標値以外であれば、ステップ212で目標値より大きいか、小さいかを判断し、大きい場合はステップ213で冷却動作を開始する。また、目標値より小さい場合は、ステップ214で加熱動作を開始する。この制御を行うための装置の一例は、図19に示した。図22に、別の実施例を示した。この例ではNO_x分解触媒1の前に酸化触媒40と、排気管2に空気を導入する二次空気制御弁41を設けた。NO_x分解触媒1は前述したように、NO_xとHCの比が最適なときに浄化効率が最高になる。本実施例では、最適な比になるように、HC濃度を制御する。酸化触媒40は、空気がある酸化雰囲気では、HCを酸化する。エンジンから排出されるHC濃度を、二次空気量を制御することにより酸化触媒40で酸化させ、NO_x分解触媒1までのHC濃度を最適な値にする。酸化触媒40前Aと後Bの排気成分を、図23、図24に示した。それぞれ、横軸は二次空気量 Q_{a2} で縦軸は排気濃度である。酸素は、二次空気の中に含まれているものである。酸化触媒40前では、二次空気量を増加してもNO_x、HCは変化しない。酸化触媒40後では、二次空気量の増加とともに、HC濃度のみが変化する。勿論、二次空気中の酸素も変化する。このように、二次空気量を変化させることにより、HC濃度が制御できる。ここで図24に示すようにNO_x/HCの値

が最適になる、(イ)の領域が制御の目標値である。この二次空気量になるように、マイクロコンピュータ5により、制御弁41が制御される。制御量の決定は、排気濃度センサ7の信号に基づいて行われる。センサ7が検出したHC量に応じて導入する二次空気量を決定し、制御弁41を動作させる。センサ7は、酸化触媒40とNO_x分解触媒1の間でもよい。この場合は、NO_x/HCの値が最適になっているか検証しながら制御弁41を制御する、いわゆるフィードバック制御となる。以上のような動作は、エンジンの運転状態が、リッチでもリーンでも有効である。

【0018】図25に、制御のフローを示す。初めに、センサ7は、酸化触媒40とNO_x分解触媒1の間に設けられている場合の例を示す。ステップ250で目標空燃比に設定し、ステップ251でNO_x/HC濃度を検出する。ステップ252でこの値が所定値より大きい場合は、ステップ253で二次空気量を減少させてHC濃度を増加させる。また、所定値より小さい場合は、ステップ254で二次空気量を増加させる。尚、ステップ251でのNO_x/HCの検出は、後に述べるように運転状態からの推定でもよい。

【0019】図26に、NO_x/HC濃度の推定の方法の一例を示した。図26のように、エンジンの回転数と負荷によってNO_x/HCの代表値を記憶しておく。この値に図27に示したように、排気温度をもとにした補正係数をかけて実際の濃度比を求める。

【0020】図22に示した、酸化触媒40による、HC量の制御の変わりに、点火時期によりHCを変化させる方法を図28に示す。図28に示したように、点火時期を小さくしてTDC（上死点）に近づけると、HC排出量は低下する。これは、図29に示したように、点火時期（矢印）を(イ)のように遅らせると、燃焼がTDC後もつづき、燃焼室内のHCが燃やされるためにHC濃度が低下する。このように、点火時期を制御することによっても、HC濃度を制御でき、NO_x/HCを最適な値に制御できる。

【0021】図30に、そのフローを示す。ステップ300でエンジンに供給する空燃比を目標空燃比に設定し、ステップ301でNO_x/HC濃度を検出する。ステップ302でこの値が所定値より大きい場合は、ステップ303で点火時期を進めてHC排出量を大きくしNO_x/HCを小さくする。また、所定値より小さい場合は、ステップ304で点火時期を遅らせてHC排出量を小さくしNO_x/HCを大きくする。ステップ301でのNO_x/HCの検出は、先に示した推定でもよい。

【0022】NO_x/HCを制御する別の方法を、図31に示す。図31に装置の構成を示した。NO_x分解触媒1前の排気管中の排気のうち、NO_xの濃度を制御する。このために、排気管2の排気を吸気管50に戻す通路51と制御弁52を設けた。つまり排気還流装置であ

る。この排気還流（EGR）を行った場合の排気還流量（EGR）と排気濃度との関係を図32に示す。EGR量が増加するとNO_x排出量は減少する。燃焼が悪化して、HCが増加し始める（イ）まではEGR量の変化によりNO_x量を制御することができる。排気濃度センサ7の検出値をもとに、NO_x/HCが最適な値になるように、EGRによるNO_xの制御を行う。

【0023】図33に、制御のフローを示す。ステップ330で目標空燃比に設定したのち、ステップ331でNO_x/HCを検出する。ステップ332でこの値が所定値より大きい場合は、ステップ333でEGR量を多くする。また、小さい場合は、ステップ334でEGR量を小さくする。

【0024】図34に、NO_x、HCを制御する別の実施例を示す。排気濃度センサ50をNO_x分解触媒1の後に設けている。このセンサの検出値を基に、二次空気量の制御弁41を制御して、NO_x、HC濃度を制御している。この場合、先に示した、点火時期、EGRによる制御でも良い。この例では、触媒1の浄化作用の結果を検出して制御量を決めているので、精度は向上する。図35に、A点での二次空気量Q_{a2}と排気濃度の関係を示した。Q_{a2}が最適な値になっている時に、NO_x、HCが最小の値になっている。このような状態になるように、センサ50の検出値を基にマイクロコンピュータ5で制御量を決定する。

【0025】その制御のフローの一実施例を、図36に示した。ステップ360で目標空燃比に設定したのち、ステップ361でセンサ50によりNO_x、HC濃度を検出する。ステップ362で両者とも小さい場合は、フローを終わる。NOの場合、ステップ363で二次空気量Q_{a2}を調節する。この二次空気量Q_{a2}の調節のフローの一実施例を図37に示す。ステップ370でNO_xが小さくHCが大きい場合は、ステップ371で二次空気量Q_{a2}を増加させ、HC量のみを小さくする。ステップ372でまたNO_xが大きく、HCが小さい場合は、ステップ373で二次空気量Q_{a2}を減少させ、HCを大きくしNO_x/HCを最適な値にする。

【0026】図38に、別の実施例を示す。センサ50は、NO_x分解触媒1の後に設けられている。このセンサ50の信号を基に、二次空気制御弁41を制御する。ただし、本実施例では、酸化触媒を用いていない。酸化触媒を用いた場合に比べて、効果はないが、排気管2に二次空気を導入しただけでも、HCは酸化される。このように簡便な方法でも、発明の効果が得られる。制御のフローは図36、図37と同様である。

【0027】次に図39に触媒1の温度を制御する別の方法を示した。この方法は点火時期により排気温度を変化させて、触媒1の温度を間接的に制御するもので、図39に点火時期と排気温度の関係を示した。点火時期が小さくなると、排気温度は上昇する。これは、図28、

図29で述べたように、点火時期が小さいと、燃焼が後期まで続くためである。

【0028】図40に、温度制御のフローを示した。ステップ400で触媒温度をリードして、ステップ401で目標範囲外のと看で、ステップ402で目標より大きい場合はステップ403で点火時期を大きくして排気温度を下げる。目標より小さい場合は、ステップ404で点火時期を小さくして排気温度をあげる。

【0029】図41に、別の実施例を示した。この実施例は、エンジンからのHC排出量を平滑化するためのものである。HC排出量を平滑化するためには、エンジンに供する燃料噴霧を均一化することが有効である。噴射弁60として、燃料の微粒化の良い噴射弁を用いることが効果的である。本実施例では、気流により燃料を微粒化する噴射弁60を用いた。微粒化用の空気を得るために、空気ポンプ61を設け、空気通路62を介して噴射弁60に空気を送る。この噴射弁60の燃料噴出部の構造を、図42に示した。電磁弁によりニードル63が持ち上げられると燃料は燃料だめ64から、オリフィス65を通り噴出される。この噴出した燃料に、空気通路66から流入する微粒化用空気を当てる。このため燃料は空気の運動エネルギーにより、100μm以下の小さな粒子に分裂する。この小さな粒子は、噴出孔67から吸気管68に噴出する。この、小さな燃料粒子を形成する噴射弁により、HC排出量を平滑化する。

【0030】本実施例による、燃料の状況を図43に示す。燃料粒子が大きい従来の噴射弁では、吸気管68に燃料の液膜が形成される。このため、エンジンに入る燃料量が大きく変動する。一方、本実施例のように小さな燃料粒子の場合には、蒸発が早く、空気流に乗りやすいので、吸気管68には付着せずに液膜も形成されない。このため、燃焼室69の中にも液状の燃料がなく、均一になっているので、燃焼が均一で完全燃焼に近くなり、エンジンからのHC排出量は平滑化される。従来の粗大燃料粒子による、排気ガスの排出状況を図44に示す。図13に示したように、従来HCは、排気行程の初期と後期に排気管に排出される。一方NO_xの排出は行程中平均化されている。このため、NO_x、HC比が時間的に変動して、効率の良い値に保つことができない。図45に、触媒1のあとの浄化後のHC、NO_xの濃度を示した。HC濃度が排気行程中で変動しているので、NO_x、HCとも排気行程中で浄化されたり、されなかったりする。

【0031】図46に、本実施例での効果を示した。エンジンに供給する燃料粒子が小さいので、HC排出量は平均化されている。このため、排気行程中でNO_xとHCの比が一定になっている。この効果により触媒1は、常に浄化効率の最もよい排気濃度で動作される。触媒1後の、HC、NO_xの濃度を、図47に示した。両者とも浄化されているのがわかる。燃料粒子を小さくした噴

射弁を用いることは、 NO_x 分解触媒にとって効果的である。

【0032】図48に、別のH₂C平滑化法を示した。吸気管68に、吸気に旋回流を与えるスワールコントロールバルブ（SCV）70を設けた。このバルブ70により、燃焼室内に渦流が形成され、吸入された燃料が攪拌され、均一化される。このため、燃料粒子を小さくした図41の実施例と同様の効果がえられる。つまり、排出されるH₂Cの濃度が平滑化され、 NO_x 、H₂C比が最適な値となり、触媒1の浄化効率が良くなる。このように、スワールコントロールバルブ（SCV）70と NO_x 分解触媒の組合せは効果的である。

【0033】図49に、別のH₂C平滑化法を示した。図49に示したように、燃焼室69内に縦の渦流71を作るような吸気管72を設けた。この吸気管72は、通常の吸気管68より、吸気バルブステイ73方向から吸気が流れ込むようになっている。この縦渦流は、ピストンが上昇する圧縮行程でも渦は維持されている。このため、燃焼室71内の燃料は良く攪拌され、混合気が均一化される。その状況を、図50に示した。燃焼室71内の混合気が均一化されるので、H₂C排出量が平滑化され、触媒1の浄化効率が良くなる。噴射弁74は、気流により燃料を微粒化する噴射弁でもよい。

【0034】図51に、別のH₂C平滑化法を示した。燃焼室71内に吸入される吸気80は、吸気行程中、図52にあるようにある程度は旋回している。この吸気行程中の旋回流中に燃料を噴射すると、燃焼室71内で燃料は攪拌され混合気が均一化される。図53に示したように、吸気行程の後期は旋回流が強くなっており、燃料攪拌の効果が大きい。また、吸気行程の後半に燃料を噴射すると、ピストン81の頭部に燃料が付着し、たまることがないので、排気行程後期のH₂C排出量の増大がない。このように、吸気行程中に燃料を噴射すると、H₂Cの排出量が平滑化されるので、 NO_x 分解触媒1の浄化効率は高い。なお、噴射弁74は、気流により燃料を微粒化する噴射弁でもよい。図54に、各気筒の燃料の噴射時期を示した。吸気行程は（イ）であり、この吸気行程中に燃料を噴射（ロ）する。

【0035】図55に、別の実施例を示した。これは、図55に示したように、リーン空燃比領域で $\text{NO}_x/\text{H}_2\text{C}$ が最適になる空燃比が複数（イ）あった場合に、そのなかでも最もリーンな空燃比（ロ）を制御目標にするものである。しかし、リーン限界空燃比（ハ）より大きくなったら、リーン限界空燃比を制御目標とする。制御のフローを図56に示す。初めに、ステップ560で目標空燃比に設定し、ステップ561で $\text{NO}_x/\text{H}_2\text{C}$ を検出する。この値が、ステップ562で許容範囲内と判断したら、ステップ563で目標空燃比をリーン化する。ステップ565でこのリーン化した空燃比がリーン限界空燃比より小さい場合は、ステップ567でリーン化した

空燃比下空燃比に制御する。リーン化した空燃比がリーン限界空燃比より大きい場合は、目標空燃比のリーン化は行わない。また、ステップ563で許容範囲外と判断された場合、ステップ564で目標空燃比を許容範囲内に変更し、ステップ566でこの新しい目標空燃比に制御する。

【0036】図57に、別の実施例を示した。この実施例は吸気バルブの動作タイミングを変化させて、H₂C排出量を平滑化する手段である。図57に、排気行程のH₂C排出量を示した。ピストン頭部、シリンダ上部に付着した燃料液膜が排気行程初期と後期に排出される。このH₂Cの変動を低減する必要がある。本実施例では、点線のようにH₂C排出量を平滑化する。図58に、排気、吸気バルブの動作タイミングを示し、従来の動作を実線で示した。排気、吸気バルブはTDC付近でオーバーラップしている。低温始動時、始動暖機時、アイドル運転時等のH₂C排出量の多い時には、排気バルブの動作を点線のように変化させる。この動作により、排気管中に排出されるH₂Cが吸気管中に戻される（内部還流）。このため、排気管に直接流出するH₂Cが少なくなるので、H₂C排出量が平滑化される。図59に、各行程のシリンダ内のH₂C分布を示した。排気行程で早めに排気バルブ91を締めるので、黒丸で示したピストン頭部のH₂Cは、排気管2に排出されない。このため、吸気行程初期に吸気バルブ92が開くと、H₂Cは吸気管72に戻される（内部還流）。このH₂Cは、吸気行程中に再びシリンダ71内に吸気され、吸気後期にはシリンダ内に分散する。このように、H₂Cをシリンダ71内に分散し、再燃焼させると、図57の点線に示したように全体量が低減し、かつ平滑化される。

【0037】図60に、図57ないし図59の動作を実現するための装置を示した。吸気バルブ92、排気バルブ91をカム93a、93bで上下動させる。このカムの形状を駆動装置94a、94bで変化させる。H₂C平滑化のためには、排気バルブ91の動作なので、駆動装置94bを作動すればよい。このように、バルブタイミングを可変にすることにより、 NO_x 分解触媒1の浄化効率が向上する。図61に、カム形状の可変方法を示す。カム93bは、カムフェイス形状が（イ）、（ロ）で異なっている。このため、駆動装置94bによりカム93bを左右に移動させると、カムフェイス形状が変化する。

【0038】

【発明の効果】本発明によれば、機関のどんな運転状態でも NO_x を効率良く浄化できるので、排気規制と燃費規制を高レベルで同時に達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の全体構成図。

【図2】触媒の浄化原理図。

【図3】触媒の浄化原理図。

【図 4】触媒の浄化特性図。
 【図 5】触媒の浄化特性図。
 【図 6】濃度検出器の構成図。
 【図 7】図 6 の A-A 断面図。
 【図 8】透過率特性図。
 【図 9】濃度検出器の特性図。
 【図 10】 NO_x / HC を得る構成図。
 【図 11】制御空燃比を示した図。
 【図 12】 HC 排出の原理図。
 【図 13】 HC 排出特性図。
 【図 14】 HC 平滑装置の構成図。
 【図 15】他の HC 平滑装置の構成図。
 【図 16】 HC 排出特性図。
 【図 17】 HC 排出特性図。
 【図 18】触媒温度特性図。
 【図 19】温度制御装置の構成図。
 【図 20】制御のフローチャート。
 【図 21】制御のフローチャート。
 【図 22】別の実施例の構成図。
 【図 23】排気濃度特性図。
 【図 24】排気濃度特性図。
 【図 25】制御のフローチャート。
 【図 26】排気濃度マップ図。
 【図 27】 NO_x / HC 補正方法を示す図。
 【図 28】 HC 排出の特性図。
 【図 29】筒内圧力特性図。
 【図 30】制御のフローチャート。
 【図 31】別の実施例の構成図。
 【図 32】 EGR 特性図。
 【図 33】制御のフローチャート。
 【図 34】別の実施例の構成図。
 【図 35】 HC , NO_x 濃度特性図。
 【図 36】制御のフローチャート。

【図 37】制御のフローチャート。
 【図 38】別の実施例の構成図。
 【図 39】排気温度の特性図。
 【図 40】制御のフローチャート。
 【図 41】別の実施例の構成図。
 【図 42】噴射弁の断面図。
 【図 43】別の実施例の構成図。
 【図 44】 HC 排出特性図。
 【図 45】 HC 浄化特性図。
 【図 46】排気排出量の特性図。
 【図 47】 HC , NO_x 浄化特性図。
 【図 48】別の実施例の構成図。
 【図 49】吸気流れ図。
 【図 50】混合気状態図。
 【図 51】別の実施例の構成図。
 【図 52】吸気流れ図。
 【図 53】吸気流れ図。
 【図 54】吸気行程と燃料噴射時期の関係図。
 【図 55】排気特性図。
 【図 56】制御のフローチャート。
 【図 57】 HC 排出特性図。
 【図 58】バルブタイミング特性図。
 【図 59】工程説明図。
 【図 60】別の実施例の構成図。
 【図 61】可変バルブの構成図。
 【符号の説明】

1… NO_x 分解触媒、3…エンジン、4…加熱、冷却系、5…マイクロコンピュータ、7…濃度センサ、8… HC 平滑部材、25…吸着材、30…加熱電源、40…酸化触媒、50…濃度センサ、51…排気還流配管、60…気流微粒化噴射弁、70…スワールコントロールバルブ、94…カム駆動装置。

【図 1】

【図 2】

【図 3】

図 1

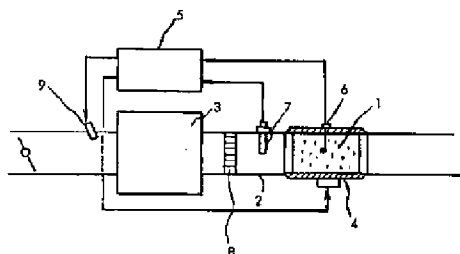


図 2

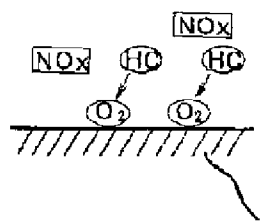
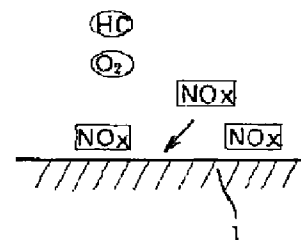
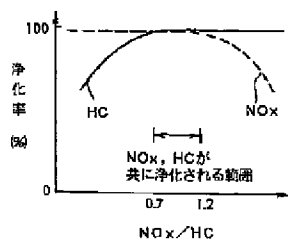


図 3



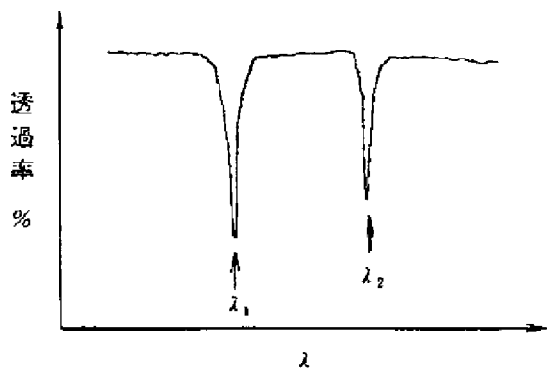
【図4】

図 4



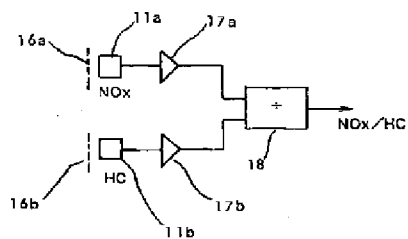
【図8】

図 8



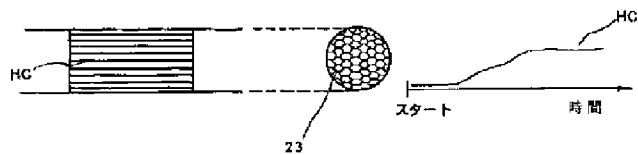
【図10】

図 10



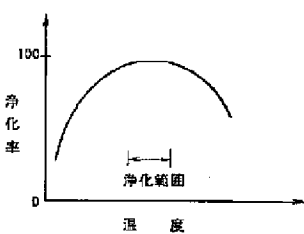
【図14】

図 14



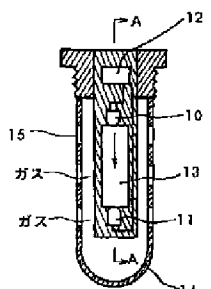
【図5】

図 5



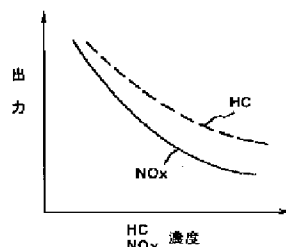
【図6】

図 6



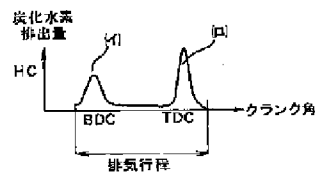
【図9】

図 9



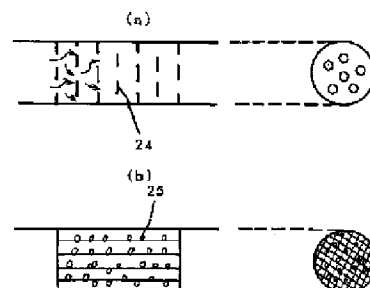
【図13】

図 13



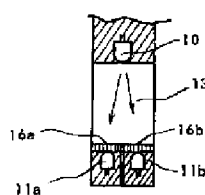
【図15】

図 15



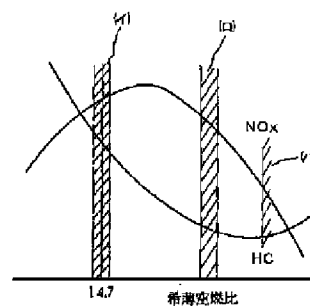
【図7】

図 7



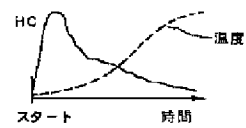
【図11】

図 11

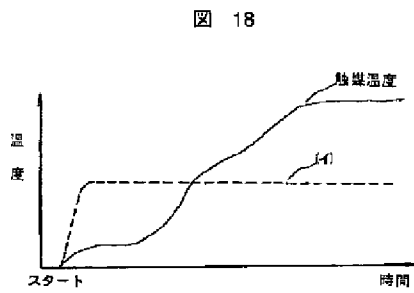


【図16】

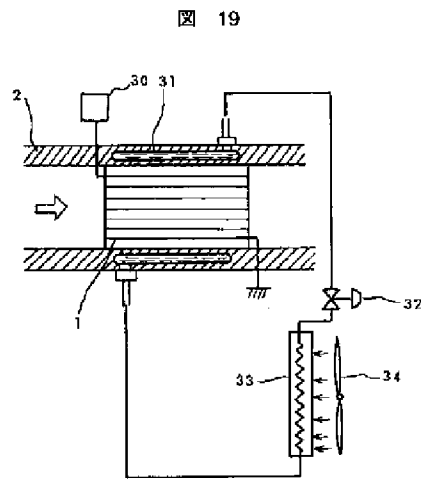
図 16



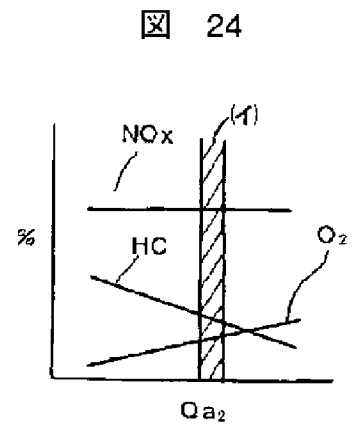
【図18】



【図19】

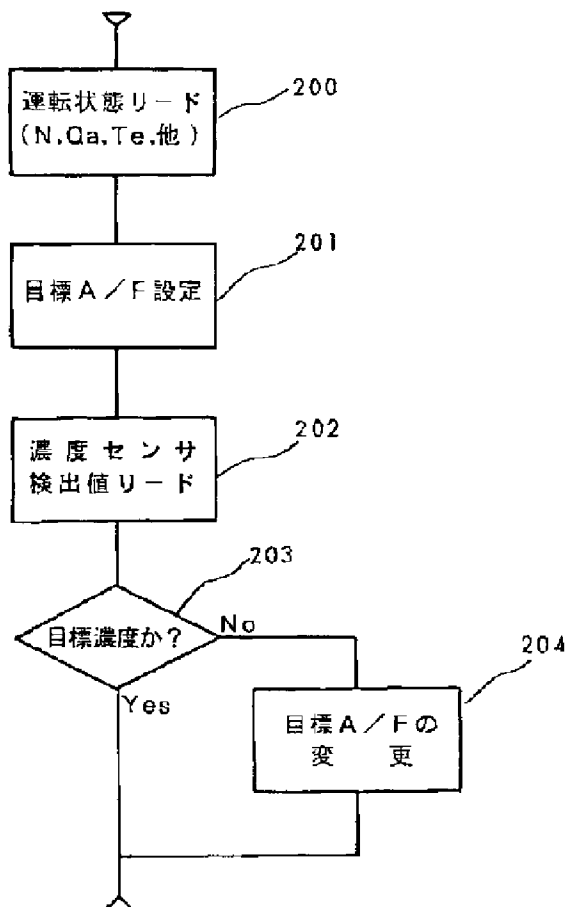


【図24】



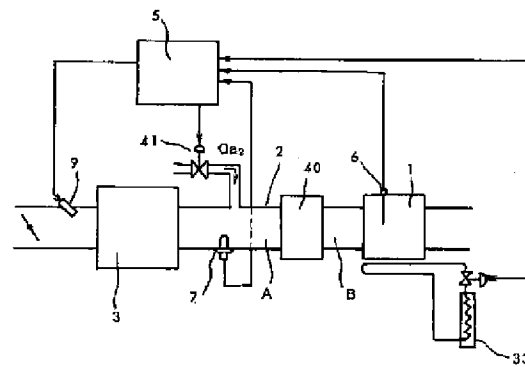
【図20】

図 20



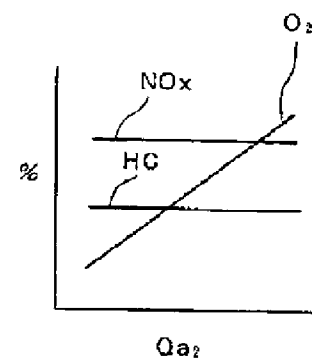
【図22】

図 22



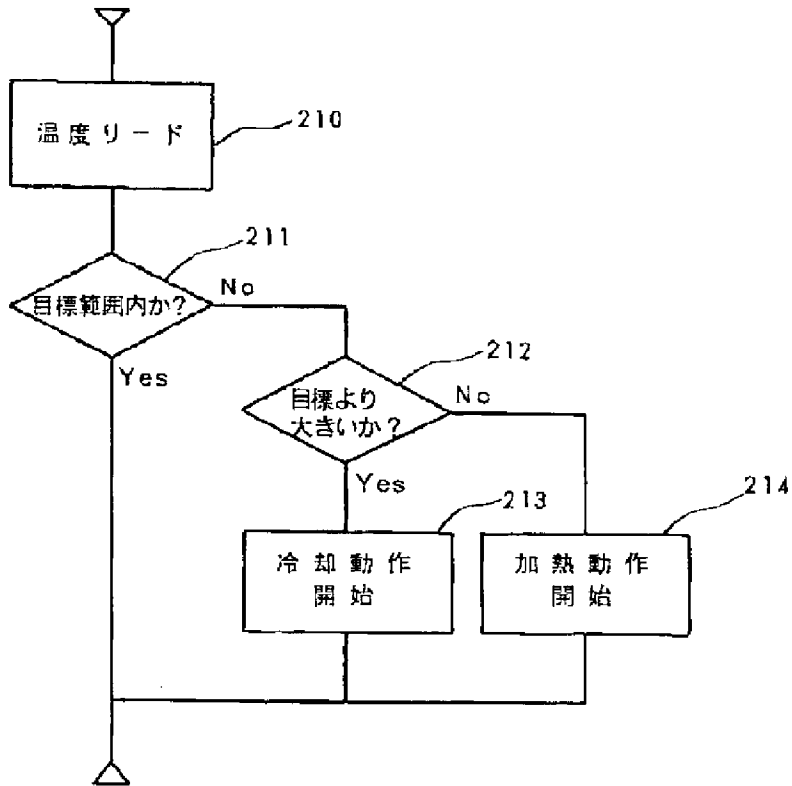
【図23】

図 23



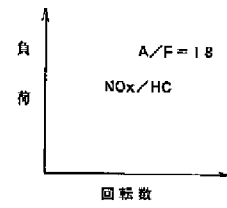
【図 2 1】

図 21



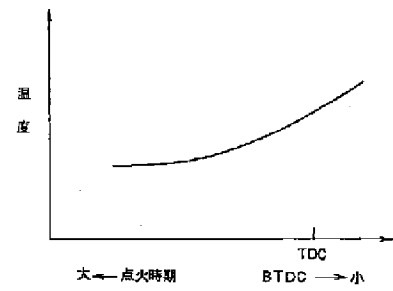
【図 2 6】

図 26



【図 3 9】

図 39



【図 2 7】

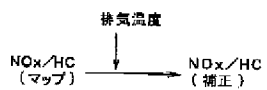
【図 2 8】

【図 2 9】

図 27

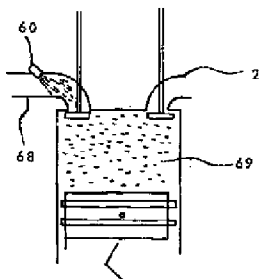
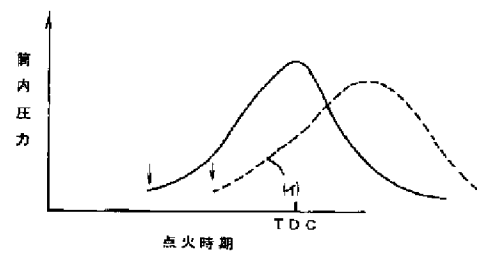
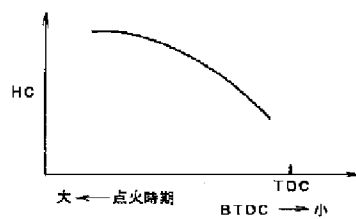
図 28

図 29



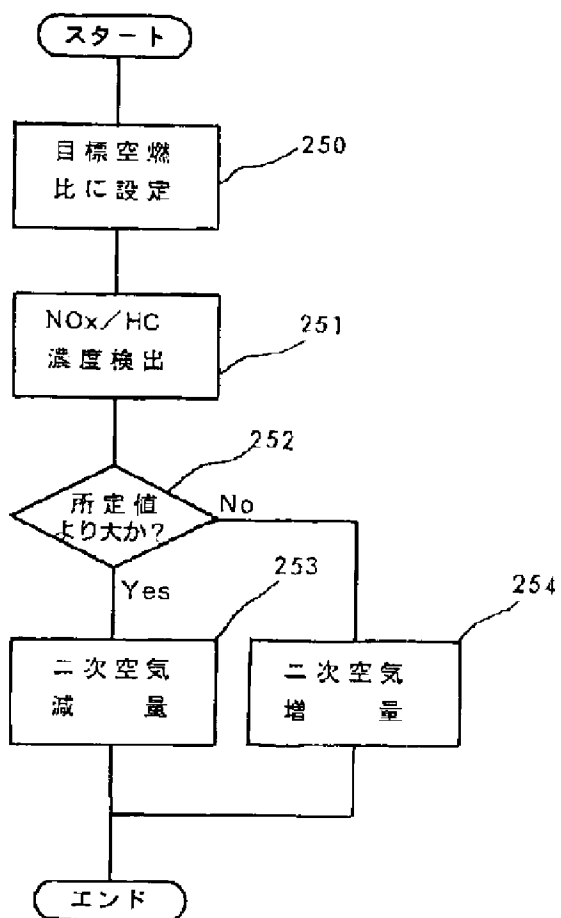
【図 4 3】

図 43



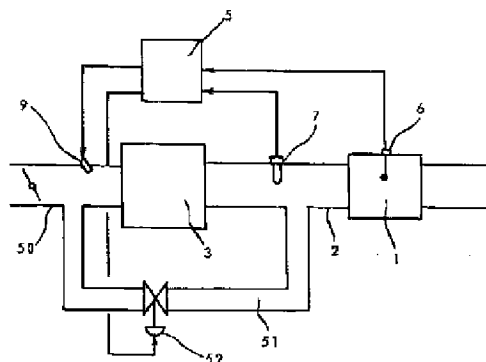
【図25】

図 25



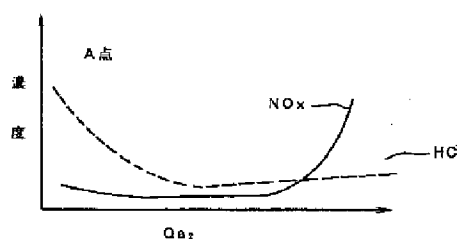
【図31】

図 31



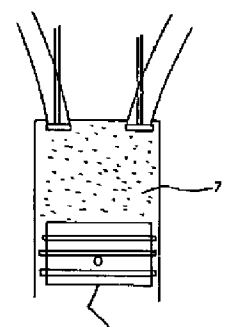
【図35】

図 35



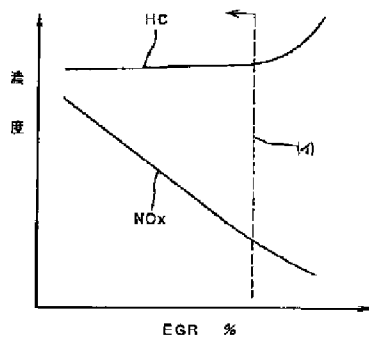
【図50】

図 50



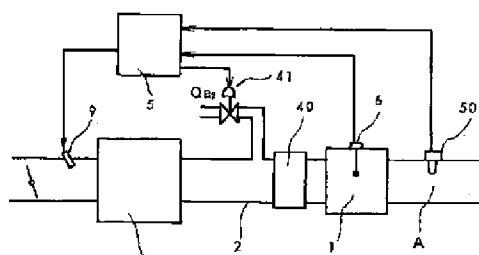
【図32】

図 32



【図34】

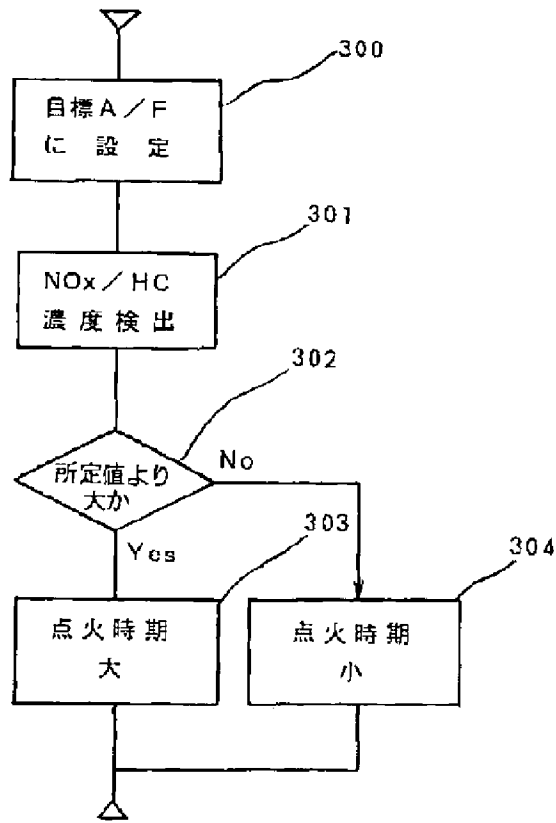
図 34



【図30】

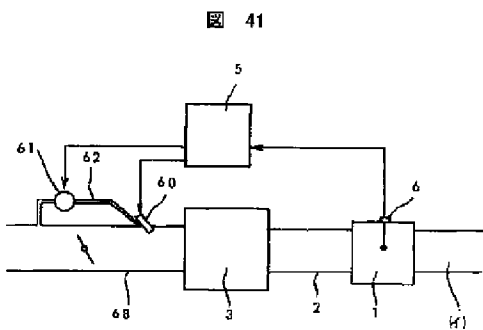
【図38】

図 30

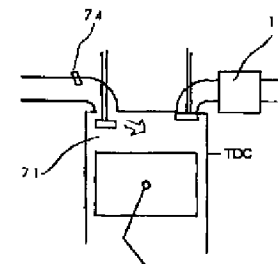
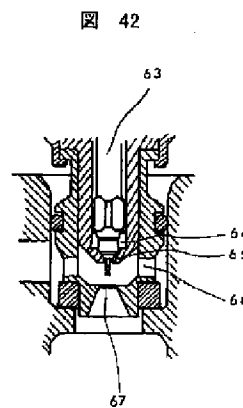


【図41】

【図42】

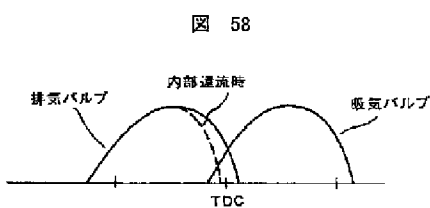
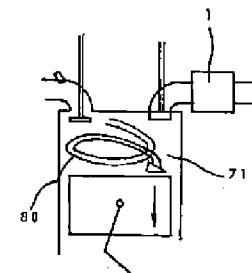


【図58】



【図52】

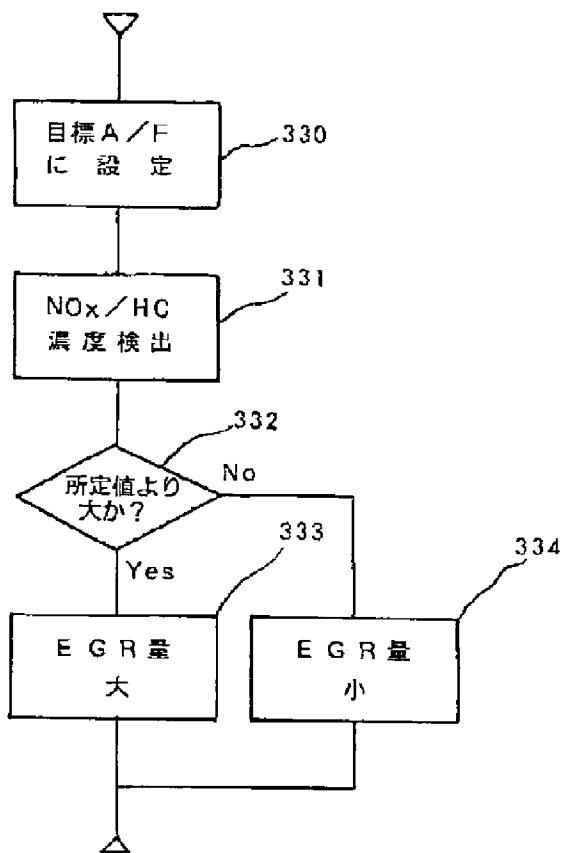
図 52



【図 3 3】

【図 4 5】

図 33

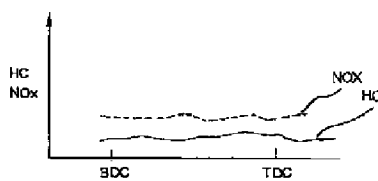


【図 4 6】

【図 4 7】

図 46

図 47



【図 5 7】

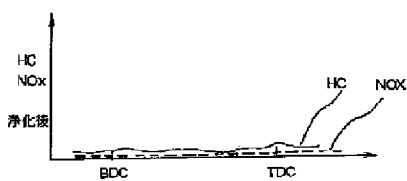


図 57

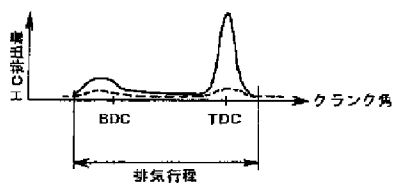
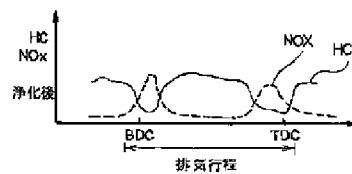
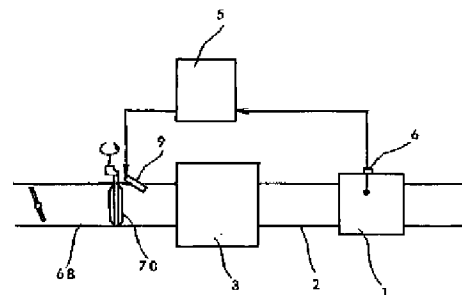


図 45



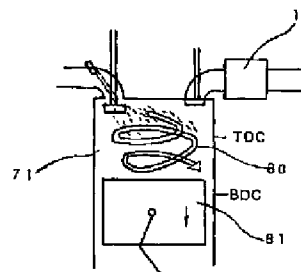
【図 4 8】

図 48



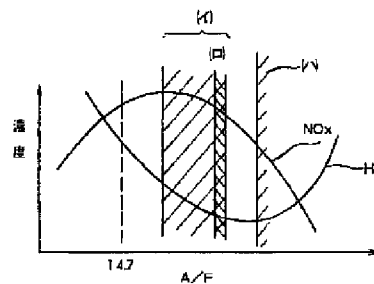
【図 5 3】

図 53



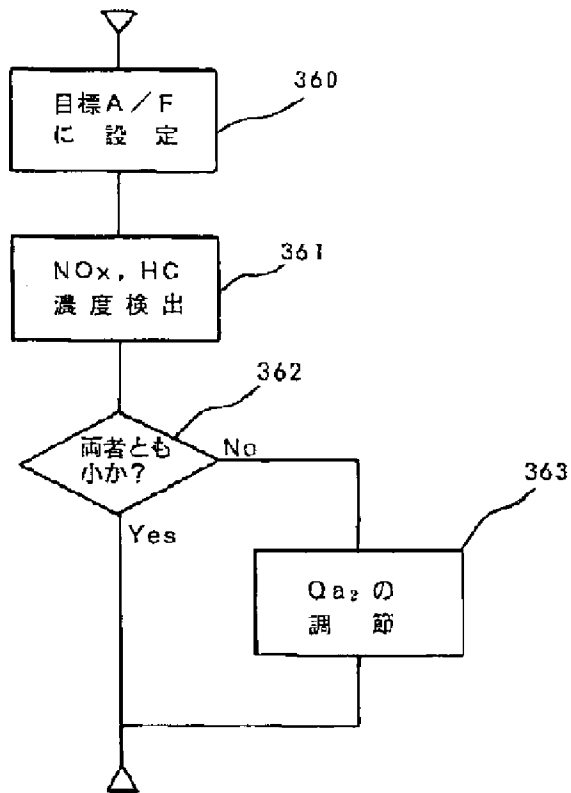
【図 5 5】

図 55



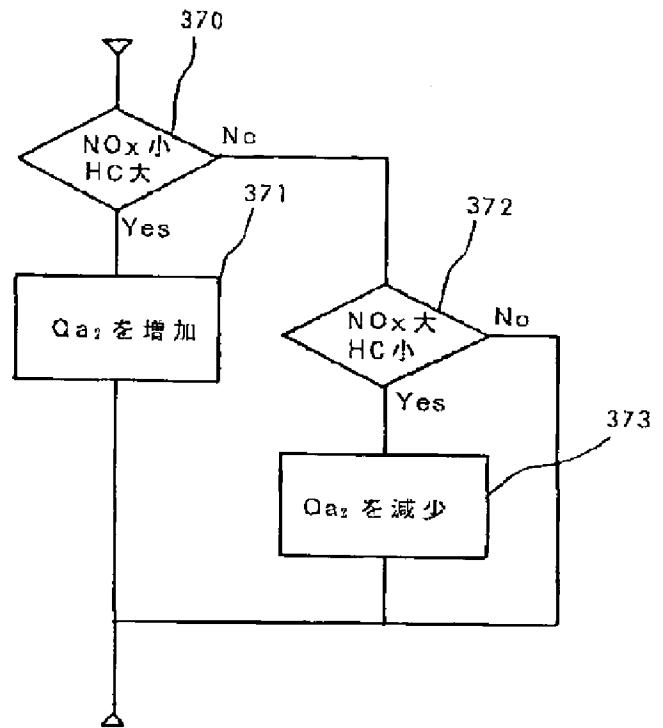
【図36】

図 36



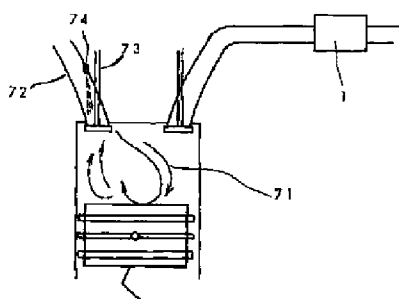
【図37】

図 37



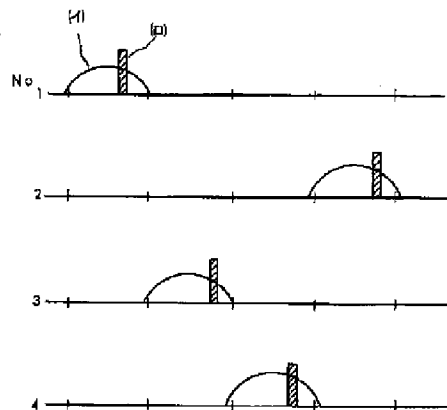
【図49】

図 49



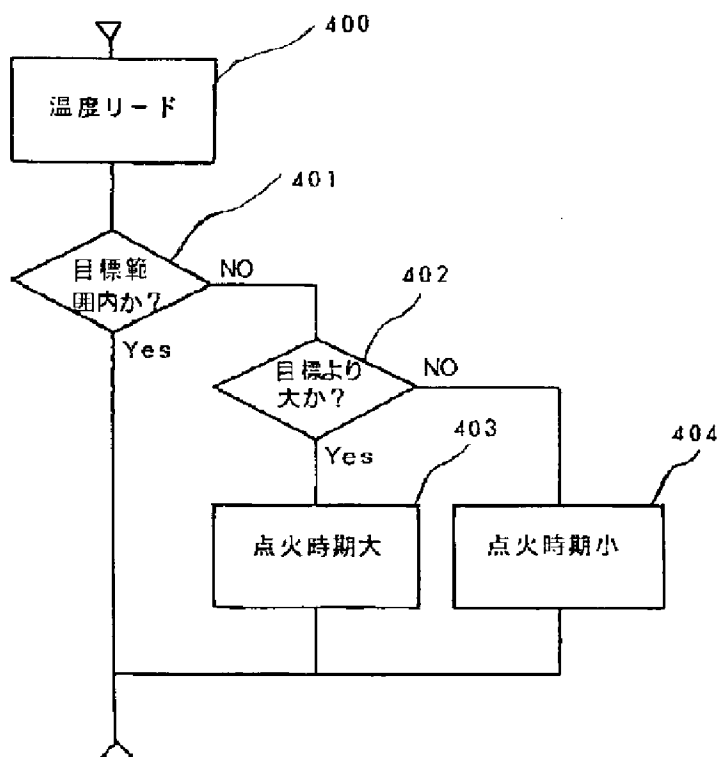
【図54】

図 54



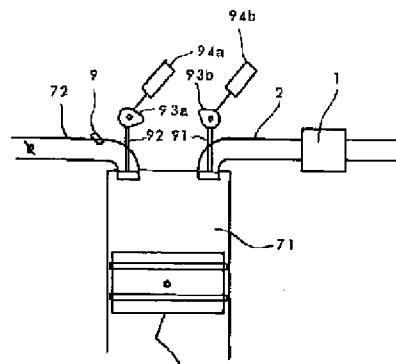
【図40】

図 40



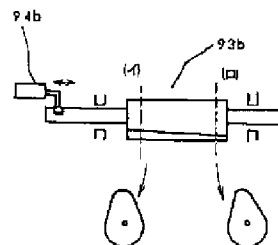
【図60】

図 60



【図61】

図 61



【図59】

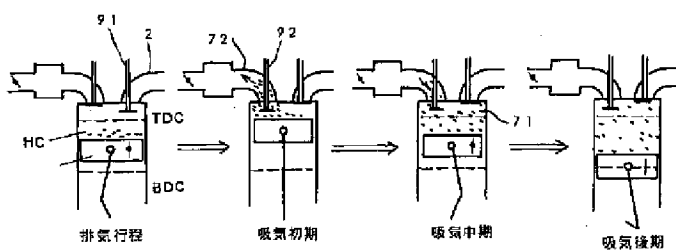
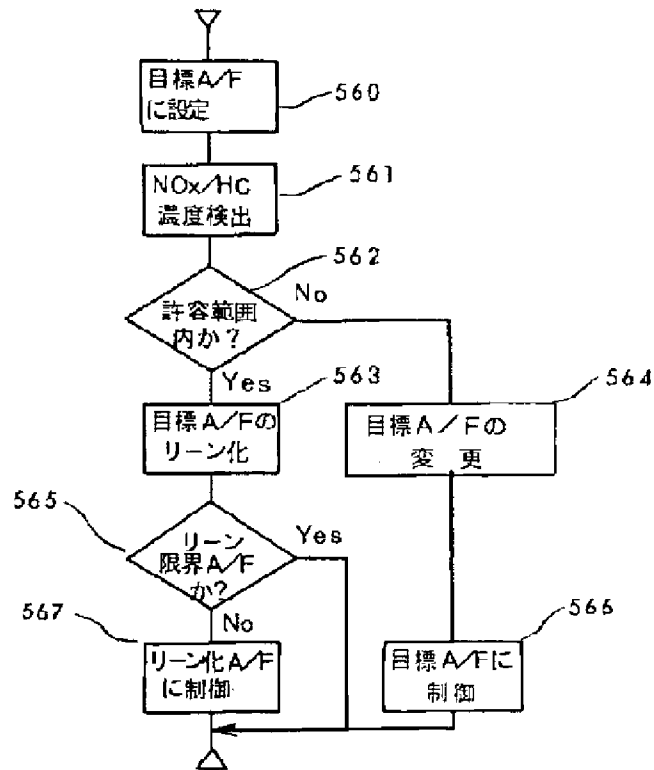


図 59

【図56】

図 56



フロントページの続き

(72)発明者 栗原 伸夫
茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 大山 宜茂
茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内